

УДК 622.271

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЕФЕКТОВ ПРИВодОВ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УГЛАХ НАКЛОНА ОТНОСИТЕЛЬНО ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ

Худяков С. А., Мигунов В. И.

научный руководитель ассистент Мигунов В. И.

*Сибирский федеральный университет*

При проектировании горных машин и оборудования за основу принимают идеальные условия (например, положение экскаватора относительно поверхности земли, строго горизонтальное). В реальных же условиях, в процессе эксплуатации, машина может находиться под различными углами относительно поверхности земли (максимальный угол наклона экскаватора ЭКГ-5А – до 12 град.; угол наклона привода бочки на драгах типа Д-250 расположен под наклоном в 7 град.) и на узлы и агрегаты воздействуют различные дополнительные силы и нагрузки. Вследствие чего, усиливают свое воздействие такие дефекты, как: дисбаланс, расцентровка валов, дефекты подшипниковых узлов, дефекты зубчатых передач и т.д., что приводит к ускоренному износу и поломке приводов.

Создана экспериментальная установка для моделирования дисбаланса, расцентровки, дефектов подшипниковых узлов, дефектов зубчатых передач и т.д., возникающих в приводах горных машин при различных углах наклона относительно поверхности земли. Данная установка представляет собой привод, который состоит из электродвигателя и трехступенчатого цилиндрического редуктора (цилиндрические косозубые передачи), соединенных между собой с помощью муфты (рис.1).

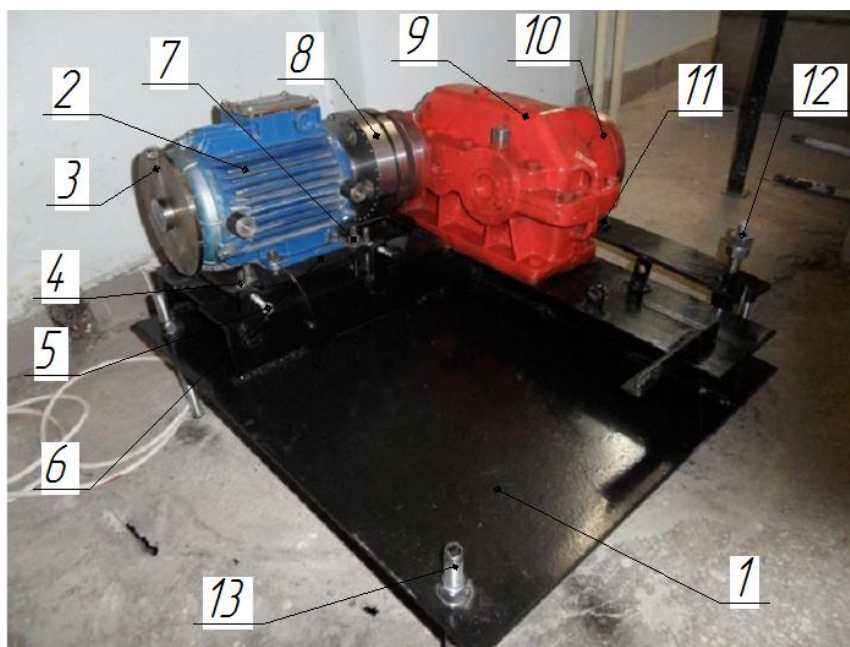
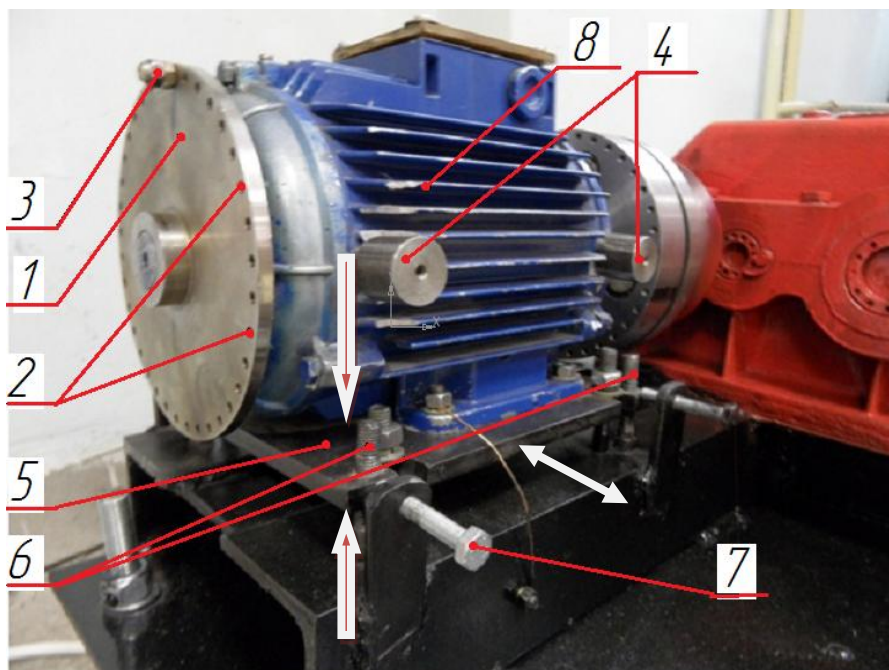


Рис. 1. Общий вид установки

1- рама; 2- электродвигатель; 3- балансировочный диск; 4- вертикальный регулировочный болт; 5- горизонтальный регулировочный болт; 6- подвижная платформа; 7- фиксатор платформы; 8- муфта; 9- редуктор; 10- нагрузочный диск; 11- рессора с фрикционной накладкой; 12- регулировочный болт; 13- регулировочные шпильки.

Рама установки крепится к бетонному основанию с помощью анкерных болтов на шпильках. С их помощью производится регулировка угла наклона в четырех плоскостях.

На валах электродвигателя располагаются диски с просверленными в них отверстиями для моделирования дисбаланса, с помощью установки в них грузов (в одной или двух плоскостях) (рис. 2).



*Рис. 2. Подвижная платформа под электродвигателем*

*1- балансировочный диск; 2- отверстия для моделирования дисбаланса 3- груз; 4- точки приложения датчика; 5- подвижная платформа; 6- вертикальный регулировочный болт; 7- горизонтальный регулировочный болт; 8- электродвигатель.*

Электродвигатель жестко крепится к платформе, а платформа перемещается относительно рамы по вертикали и горизонтали с помощью регулировочных болтов. Благодаря перемещению данной платформы, на которой крепится электродвигатель, можно моделировать дефект – расцентровку (рис. 2).

Для моделирования дефектов подшипниковых узлов в наличии имеются сменные подшипники с дефектами: тел качения, колец и сепаратора.

Для моделирования дефектов зубчатых передач в наличии имеются сменные шестерни с дефектами: износа зубьев, поломки зубьев.

Изменяя угол положения установки относительно горизонтальной поверхности на величину 7 град. (поочередно поднимая левую, правую, заднюю и переднюю стороны установки), произвели замеры с помощью виброанализатора СД-21. Настройки виброанализатора: интегрирование однократное цифровое; частотный диапазон измерения среднеквадратического значения виброскорости: 3-800 Гц, разрешение - 800 линий; количество усреднений - 6; режим усреднения - нормальный; тип окна данных – Ханнинга; первичный сигнал снимался с помощью вибропреобразователя типа 603V01, (чувствительностью 106 mV/g, способ крепления – магнит). В качестве численной характеристики вибрации использовалось среднеквадратическое значение (СКЗ) виброскорости (мм/с). Измерения вибрации проводились на подшипниковых узлах в трех взаимно-перпендикулярных

направлениях. Показания прибора получены в виде спектров, для удобства анализа - наложенных друг на друга, для каждой измеренной точки вибрации (рис. 3).

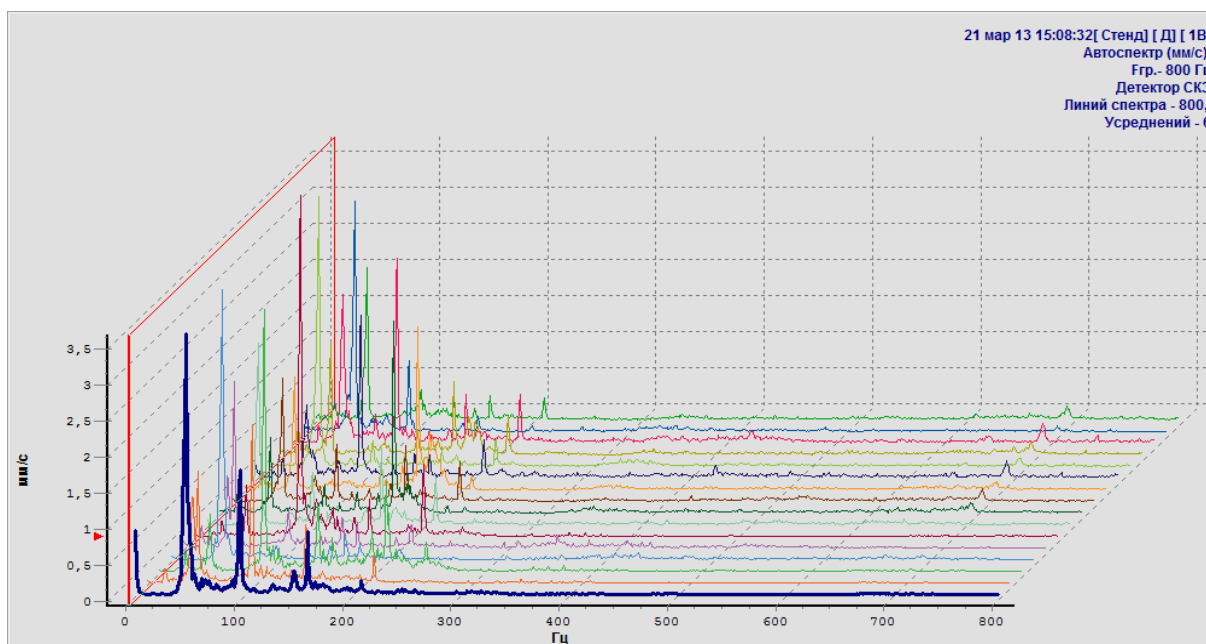


Рис. 3. Спектры виброанализатора СД-21

Проведя спектральный анализ полученных данных построили тренды вибрации по данным СКЗ (мощности спектра) для каждой точки измерения вибрации при поднятии поочередно каждой стороны установки на угол 7 град. относительно поверхности земли (рис. 4).

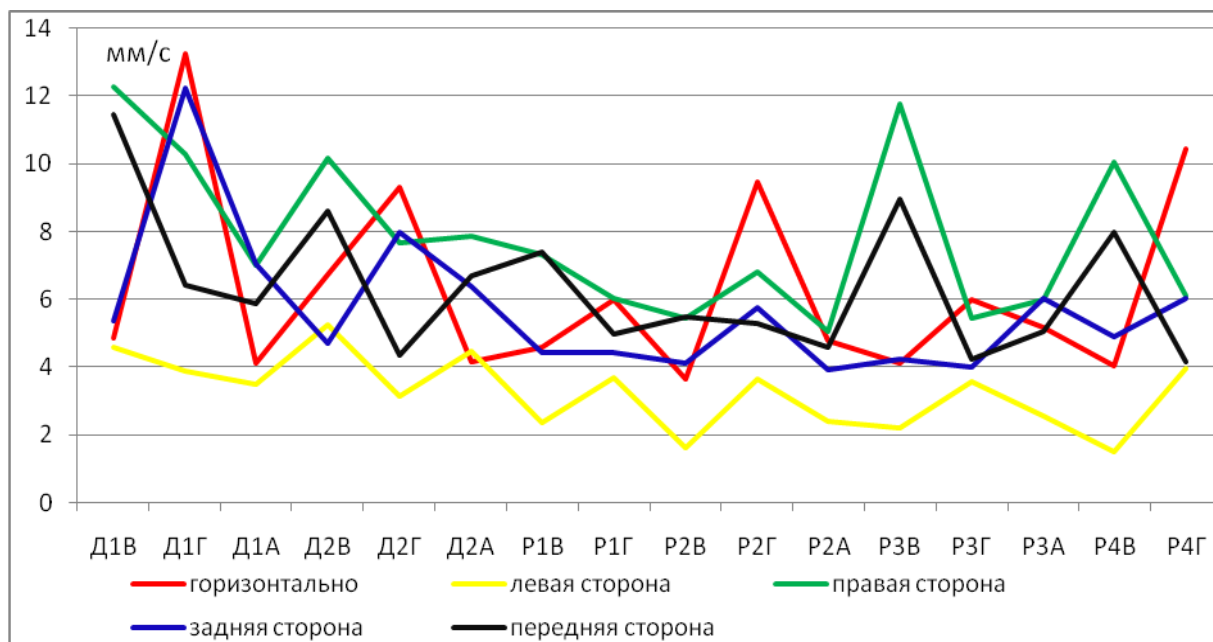


Рис. 4. Тренды вибрации

Д - электродвигатель; Р - редуктор; 1, 2, 3, 4 - плоскости измерений вибрации;  
В, Г, А - направления измерений вибрации (В - вертикальное; Г - горизонтальное;  
А - аксиальное.

Проведя анализ трендов вибрации, выявили характер изменения вибрации с изменением угла наклона установки относительно горизонтальной поверхности. При поднятии левой стороны установки вибрация значительно уменьшается, в других случаях изменения угла положения установки приводит к увеличению вибрации. Уменьшение вибрации при поднятии левой стороны, по сравнению с горизонтальным положением установки, связано с тем, что осевая сила зацепления противоположно направлена силе, вызывающей вибрацию (рис. 5).

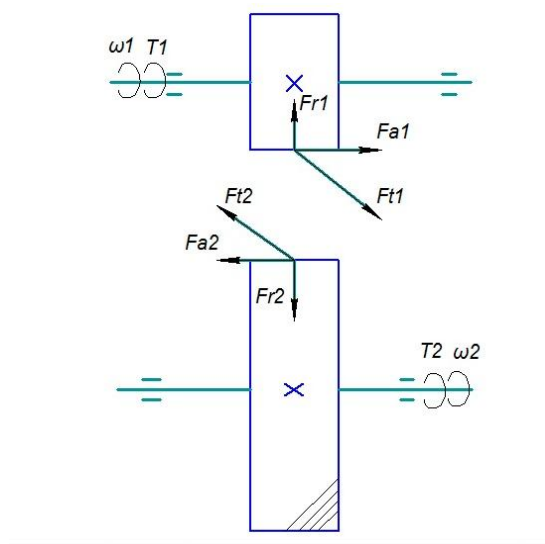


Рис. 5. Схема действия сил в зацеплении косозубых колес  
 $Fr$  – радиальная сила;  $Ft$  – окружная сила;  $Fa$  – осевая сила;  
 $\omega$  – угловая скорость;  $T$  – вращающий момент.

Аналогично происходит воздействие сил зацепления на проявление таких дефектов как: дисбаланс, расцентровка валов, дефекты подшипниковых узлов, дефекты зубчатых передач и т.д. Наличие в зацеплении осевой силы, которая дополнительно нагружает валы и подшипники, является недостатком косозубых передач. Но при определенном угле наклона привода, косозубая передача компенсирует часть вибрации, что может быть использовано при проектировании приводов горного оборудования. В частности, привод бочки, состоящий из электродвигателя и четырехступенчатого цилиндрического редуктора с косозубыми передачами, на драгах типа Д-250 расположен под наклоном в 7 град., в силу конструктивных особенностей технического устройства.

Поэтому, при проектировании важно учитывать направление сил зацепления в косозубых передачах с силами вызывающими вибрацию при определенных углах наклона привода.